

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra obrábění a montáže

# **Konstrukce přípravku pro kontrolu lisovaného dílu**

Fixture Design for Pressed Part Control

Student:

Bc. Martin Šponar

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Ivan Mrkvica

Ostrava 2012

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Martin Šponar**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 20 Strojírenská technologie  
Téma: **Konstrukce přípravku pro kontrolu lisovaného dílu**  
**Fixture Design for Pressed Part Control**

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešeného problému.
2. Zásady konstrukce kontrolních přípravků.
3. Porovnání metod měření lisovaných dílů.
4. Návrh kontrolního přípravku včetně zpracování výkresové dokumentace.
5. Technicko-ekonomické zhodnocení navrženého řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] MRKVICA, M. *Přípravky a obráběcí nástroje - II. díl Přípravky*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 1988, 182 s.  
[2] CHVÁLA, B.; VOTAVA, L. *Přípravky*. Praha : SNTL Praha, 1988, 214 s.  
[3] NOVÁK, Z. Nové trendy ve vývoji upínacích nářadí. *MM Průmyslové spektrum*, 6/2002, s. 56-57. ISSN 1212-2572.  
[4] DIETER, F. Spanntechnik und Automation wachsen zusammen. *Werkstatt und Betrieb*, 11/2007, s. 46-50. ISBN 0043-2792.  
[5] NORMY, PROSPEKTY, KATALOGY.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Dr.Ing. Ivan Mrkvica**

Konzultant diplomové práce: Ing. Martin Šanovec

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 21.5.2012

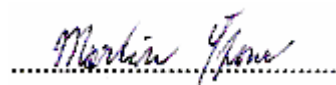
.....*Martin Šponar*.....

Bc. Martin Šponar

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 21.5.2012



Bc. Martin Šponar

Jméno a příjmení autora práce:

**Bc. Martin Šponar**

Adresa trvalého pobytu autora práce:

**L. Janáčka 808  
561 69 Králíky**

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ŠPONAR, M. *Konstrukce přípravku pro kontrolu lisovaného dílu: diplomová práce.* Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2012, 50 s. Vedoucí práce: Mrkvica, I.

Diplomová práce se zabývá návrhem kontroly lisovaného dílu AU37-165131\_AJ. Na základě 3D modelu a výrobního výkresu dílu, zaslaného zákazníkem Benteler ČR s.r.o., bylo vypracováno technicko-ekonomické zhodnocení metod měření. Lisované díly ve společnosti Klein & Blažek spol. s r.o. lze měřit dvěma způsoby - metodou za použití kontrolního přípravku a metodou na M3D přístroji Carl Zeiss – Prismo 7. Na základě výpočtů v technicko-ekonomickém zhodnocení byla společností Klein & Blažek spol. s r.o. zvolena metoda za použití kontrolního přípravku. Zhotovení 3D modelu a výrobního výkresu sestavy přípravku představovalo nejdůležitější část diplomové práce. Posledním krokem bylo vyhotovení výkresové dokumentace všech nenormalizovaných součástí přípravku.

## ANNOTATION OF THESIS

ŠPONAR, M. *Fixture Design for Pressed Part Control: Thesis.* Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2012, 50 p. Thesis head: Mrkvica, I.

The thesis addresses a proposal for inspection of the moulded part AU37-165131. Technical and economical evaluation of the measurement methods was developed based on the 3D-model and the production drawing of the part that was provided by the customer Benteler. In the company Klein & Blažek can the moulded parts be measured in two ways – by applying either the inspection template method or the M3D method using the *Carl-Zeiss - Prismo 7 device*. Based on the calculations of the technical and economical evaluation was the inspection template method selected by the Klein & Blažek company. Completion of the 3D-model and the composition production drawing account for the core part of the thesis. The thesis is concluded by the completed drawing documentation of all non-normalized template parts.

# Obsah

	strana
<b>Seznam použitých značek a symbolů .....</b>	<b>8</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>1 Obecná charakteristika problému .....</b>	<b>12</b>
1.1 Téma diplomové práce.....	12
1.2 Vznik organizace .....	12
1.3 Organizace dnes .....	13
1.4 Výrobní program.....	15
<b>2 Zásady konstrukce přípravku .....</b>	<b>17</b>
2.1 Rozdělení přípravků.....	17
2.2 Použití přípravků.....	19
2.3 Konstrukční zásady při navrhování přípravků.....	19
<b>3 Zásady konstrukce kontrolního přípravku .....</b>	<b>22</b>
3.1 Všeobecné .....	22
3.2 Ustavení a vyrovnání .....	22
3.3 Kontrola styčných ploch (tolerance rozměrů).....	23
3.4 Spárové měrky (spároměrky).....	25
3.5 Kontrola ořezů .....	25
3.6 Kontrola polohy otvorů.....	28
3.7 Zkoušky měření .....	29
3.8 Základové desky přípravku.....	29
3.9 Výkresová dokumentace .....	30
<b>4 Porovnání metod měření lisovaného dílu .....</b>	<b>31</b>
4.1 Metoda měření na M3D přístroji .....	31
4.2 Metoda za použití kontrolního přípravku .....	32
<b>5 Technicko-ekonomické zhodnocení metod měření.....</b>	<b>34</b>
5.1 Metoda s využitím M3D přístroj Carl Zeiss – Prismo 7 .....	35
5.2 Metoda za použití kontrolního přípravku .....	36
5.3 Zhodnocení obou metod měření .....	37

<b>6</b>	<b>Návrh konstrukce kontrolního přípravku.....</b>	<b>38</b>
6.1	Počátek modelování přípravku ve 3D.....	39
6.2	Ustavení a vyrovnaní lisovaného dílu.....	40
6.3	Rozbor upnutí obrobku .....	42
6.4	Barevné označení přípravku .....	43
6.5	Rozkreslení dílů a výkresů.....	44
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>48</b>
<b>9</b>	<b>Seznam příloh.....</b>	<b>50</b>

## Seznam použitých značek a symbolů

EA – komplexní systém správy dokumentace (EasyArchiv)

M3D – třísouřadnicové měření

ME – metrolog (stará se o evidenci a ověřování měřidel)

ÚŘJ – úsek řízení jakosti

VN – vedoucí nástrojárny

VÚŘJ – vedoucí úseku řízení jakosti

VV – výrobní výkres

$c_{DKP}$  – náklady na proměření dávky na kontrolním přípravku [Kč]

$c_{DM3D}$  – náklady na proměření dávky na M3D přístroji [Kč]

$c_H$  – hodinová sazba na M3D přístroji [ $Kč \cdot hod^{-1}$ ]

$c_{KP}$  – náklady na kontrolní přípravek [Kč]

$c_{M3D}$  – náklady na M3D přístroj, po garantovanou dobu odběru [Kč]

$c_R$  – roční náklady na M3D přístroj [Kč]

$c_T$  – týdenní náklady na M3D přístroj [Kč]

$e$  – počet pracovních týdnů v roce [-]

$n_D$  – počet kusů porovnávané dávky [-]

$n_{M3D}$  – počet kusů měřených týdně na M3D přístroji [-]

$n_R$  – roční odběr lisovaných dílů [-]

$n_T$  – týdenní odběr lisovaných kusů [-]

$t_1$  – čas k proměření jednoho dílu na M3D přístroji [min]

$t_C$  – garantovaná doba odběru lisovaných dílů v letech [-]

$t_D$  – čas potřebný k vylisování týdenní dávky [min]

$t_{M3D}$  – týdenní doba měření na M3D přístroji [min]

$t_{PV}$  – čas pohledového vyhodnocení vytištěných náměrů na M3D přístroji [min]

$z$  – počet zdvihů klikového lisu [ $min^{-1}$ ]

$z_1$  – počet výlisků na jeden zdvih [-]

ISO/TS 16949:2002 – certifikace podle technických požadavků. Řeší systém managementu jakosti v automobilovém průmyslu. Mezi základní požadavky patří zabezpečení plnění specifických požadavků zákazníka, neustálé zlepšování kvality výroby, procesů a systému[1].



- ISO 14001:2004 – certifikace zajišťující podporu životního prostředí a prevenci znečišťování. Znamená to systematický přístup k ochraně životního prostředí ve všech aspektech podnikání, jehož prostřednictvím podniky začleňují péči o životní prostředí do své podnikatelské strategie i běžného provozu [2].
- Vzorkovnice RAL – paleta v současné době obsahující 210 normalizovaných barev

## Úvod

Strojírenská výroba je řazena k jednomu z nejvýznamnějších odvětví českého průmyslu. Velkou roli hraje i pro zaměstnanost v zemi a tvorbu HDP. Právě tvorba HDP je hlavním indikátorem hospodářství ve státě. Strojírenskou výrobou se zabývá velké množství instituce např.: vzdělávací, výzkumné či vývojové.

Budoucnost klade na strojírenskou výrobu potřebu nových a rychlejších technologií ve sféře kontroly a měření dílů. Jsou stále vyšší nároky na jakost, přesnost a kontrolu jednotlivých součástí. Tyto požadavky zajišťuje nejčastěji ve strojírenské výrobě odvětví metrologie. Hlavní a nezbytnou podmínkou správné výroby je zajištění dostatečně přesných měřidel a s tím spojená jejich kalibrace. Po zajištění těchto požadavků se může docílit zpřesnění výroby, zvýšení jakosti a produktivity vyráběného sortimentu.

Neustále se zvyšující nároky zákazníků mají významný dopad na volbu správných komponentů a s tím spjaté nejvýhodnější konstrukční řešení jednotlivých součástí. Pro urychlení a zvýšení kvality výrobků se v hromadné výrobě využívá kontrolních přípravků. Kontrolní přípravek je jednoúčelové zařízení, umožňující jednoduchou, rychlou a přesnou kontrolu již vyrobených dílů. Z velké části jsou využívány pro složité výlisky z plastů a plechů. Jednotlivé tolerance vyráběných lisovaných dílů jsou obsluhou lisu ověřovány a kontrolovány pomocí kontrolních přípravků. Samotné elementy přípravku jsou upevňovány k základové desce za použití šroubů a kolíků. Dle potřeby a složitosti kontrolované součásti je přípravek vybaven číselníkovými úchylkoměry, ručními kalibry, ořezovými a spárovými měrkami. Sestavený přípravek by měl splňovat základní kritéria, mezi která se řadí jednoduchá a rychlá kontrola dílů a jejich sestav, manipulovatelnost, spolehlivost a v neposlední řadě i přesnost měření.

Pro konstrukci a k samotnému navržení přípravku jsou používány nejdostupnější konstrukční programy. Využívají se zde z velké většiny systémy pracující ve 3D, které nám zaručují velkou efektivitu a přehlednost při samotném navrhování. Velmi časté použití kontrolních přípravků zaznamenává automobilový průmysl. Jsou zde kladeny požadavky na zvýšení produktivity práce a především na co nejvyšší využitelnost strojů. Z automobilového průmyslu se dále přípravky rozšiřují i do ostatních oborů strojírenské výroby.

Firmy, dodávající velké množství výrobků do automobilového průmyslu, musí splňovat vysoké požadavky na přesnost a minimální zmetkovitost. Z tohoto důvodu i dodavatelské firmy využívají kontrolní přípravky. Šetří tak čas, peníze a zaručují i dostatečnou přesnost jednotlivých výrobků a snižují tím náklady na případné reklamace. Přesnost a kvalita jednotlivých dílů zajišťuje spolehlivost produktů automobilových výrobců.

# **1 Obecná charakteristika problému**

## **1.1 Téma diplomové práce**

Diplomová práce byla zadána ve společnosti Klein & Blažek spol. s r.o. dle požadavků zákazníka. Zákazník, firma Benteler ČR s.r.o. (dále jen „Benteler“), požaduje pro uvolňování dílu AU37-165131\_AJ v sériové výrobě kontrolu pomocí kontrolního přípravku. Diplomová práce má za cíl vytvoření kompletní výkresové dokumentace kontrolního přípravku.

Teoretická část se zabývá rozdělením, použitím a konstrukčními zásadami při navrhování přípravků. Další kapitoly se týkají popisu konstrukčních zásad při navrhování kontrolních přípravků zadané firmou Benteler.

Úvod své diplomové práce věnuji historii, výrobnímu programu a také nynější situaci společnosti Klein & Blažek spol. s r.o. Štíty.

## **1.2 Vznik organizace**

V šedesátých letech dvacátého století měl rozvoj průmyslu v pohraničí vliv i na městečko Štíty. Díky rozhodnutí Krajského národního výboru v Olomouci byl odsouhlasen přesun výroby domovních zvonků, dětských hraček a lisování bakelitu z Olomouce do Štítů. Zahájení výroby dne 2.5.1958 otevřelo pracovní příležitosti v obci a nejbližšího okolí pro necelé dvě desítky občanů. Podnik se rychle rozvíjel a v roce 1960 vzrostl počet zaměstnanců na osmdesát. Na základě velkého rozvoje byla část pozemků v okolí závodů odkoupena a následně započala výstavba nového závodu. Ukončení stavby pod názvem JESAN proběhlo roku 1970 [3].

Současně, se stávající výrobou se v nových prostorách závodu zahájila i výroba pro automobilový závod Škoda Mladá Boleslav. Díly pro ovládací zařízení vozu tvořily hlavní sortiment dodávaný zákazníkovi. Privatizace podniku a následný přímý prodej předem stanovenému zájemci se uskutečnil dne 8.2.1993. Zájemce se zavázal dodržet charakter výroby a zároveň navýšit minimální počet zaměstnanců na 250. Nárůst pracovních pozic

byl hlavním cílem následujícího privatizačního projektu, ale zároveň vytvoření podmínek pro práci žen [3].

Změna názvů podniku na KLEIBL, s.r.o. proběhla 1. března 1994 a téhož roku v červenci se přejmenovala na Klein & Blažek spol. s r.o. (dále jen „Klein & Blažek“). Dosavadní výroba tradičních zvonků, gongů, ale hlavně sériová výroba dílů pro automobilový průmysl se staly základním předpokladem pro správný chod společnosti [3].

### 1.3 Organizace dnes

Společnost Klein & Blažek zaměstnává k letošnímu roku 2012 celkem 640 zaměstnanců, z toho 50 je jich agenturních.

Zlepšení pracovního prostředí, zkvalitnění výroby a dodržení ekologických norem přispělo k rozdělení podniku. Společnost je v současné době rozdělena na dva samostatné objekty a to na „tírnu“ a „hlavní závod“.

V „hlavním závodě“ je umístěno zásobování, odbytové útvary a vedení společnosti. Činnost této části závodu je zaměřena na svařování, montáž a lisování. V roce 2010 zde proběhlo rozšíření lisovny (**obr. 1.1**) o novou výrobní halu.



**Obr. 1.1** Lisovna [3]

Druhý objekt „tírna“ je zaměřen na veškeré třískové obrábění (frézování, soustružení, atd.) a tepelné zpracování v ochranné atmosféře, které je prováděno na kalící lince SOLO 202 (**obr. 1.2**).



**Obr. 1.2** Kalicí linka SOLO 202 [3]

Velký význam, zejména pro zajištění nepřetržité výroby, nové zakázky a další rozvoj společnosti, má úspěšné absolvování certifikačního auditu dle ISO/TS16 949:2002 a ISO 14001:2004 [3].

V letošním roce 2012 je velmi důležité obhájit dohledový audit ISO/TS 16949:2002 a re-certifikační audit dle ISO 14001:2004. Absolvováním těchto auditů je společnost konkurence schopná a může tak zajistit dobrý hospodářský výsledek. Rok 2012 je důležitý pro podnik i v oblastech rozvoje zaměstnanců a personální politiky. Dodržení pracovních smluv zajistí současnou stabilitu pracovníků.

Svařované, tvářené a obráběné díly, spojené s montážními pracemi, tvoří hlavní portfolio společnosti Klein & Blažek. Velká většina zákazníků zastupuje automobilový průmysl a to hlavně Škoda Auto, VW, Visteon, Brose a Benteler.

Pro správný chod společnosti je velmi důležité hledat další zákazníky nejen v automobilovém průmyslu, ale nacházet uplatnění i mimo tuto oblast. Firma proto výrobu směřuje i na produkty z oblasti spotřebního zboží, např. okenní kování pro společnosti Hautau a Selve.

## 1.4 Výrobní program

Největší tuzemský výrobce automobilů společnost Škoda Auto a.s. je nejdůležitějším a současně klíčovým odběratelem vyráběného sortimentu. Pro firmu Klein & Blažek tato spolupráce představuje bezmála 40% veškeré produkce, což je kolem 500 různých dílů vyráběných za pomoci frézování, soustružení, svařování, válcování závitů, tváření, ohýbání profilů a montáží malých elektrických výrobků. Díly a malé sestavy jsou vyrobeny pro montáž do osobních automobilů Octavia, Fabia, Superb, Yeti, Roomster a připravované projekty Škoda SK371 a Škoda A7.

Mezi další důležité české odběratele se řadí Karsit Jaroměř, Autopal Nový Jičín (zadní svítilny automobilů) a ČZ Strakonice (rozvodové soukolí).

Kvalita a spolehlivost vedly k získání dobrého jména společnosti, které přispělo k získání nových zákazníků (v oblasti automobilového průmyslu) i v zahraničí. Pro společnosti Ford a Opel se montují nosiče žárovek zadního osvětlení. Pro zákazníky Dura, TRCZ, Fuji Kovo a Brose se dodávají svařované a tvářené dílce. Další významní zahraniční zákazníci jsou z oblasti stavebnictví, a to společnosti Hautau a Selve (montáž okenního kování) a Delphi (výroba obráběných dílů).

Zbývající produkce společnosti se týká signalizační techniky, zejména pak domovních zvonků, transformátorků, gongů a bzučáků.

Stručný seznam odběratelů a produktů společnosti Klein & Blažek je uveden v **příloze A**. Příklady lisovaných dílů jsou na **obr. 1.3** a **obr. 1.4**.



**Obr. 1.3** Lisované díly



**Obr. 1.4** Lisované díly



## 2 Zásady konstrukce přípravku

Všechny druhy výroby, ať jde o výrobu strojní hromadnou, sériovou, kusovou nebo rukodělnou, se neobejdou bez přípravků [4].

Mezi nejjednodušší a nejrozšířenější přípravky patří strojní a ruční svěráky. Používají se nejen k ustavování (přidržování) při obrábění, ale také k sestavování jednotlivých dílů do sestav.

Přípravky proto definujeme jako pomocné zařízení určené pro [4]:

- Pevné uchycení a jednoznačné ustavení při obrábění.
- Přidržování a vzájemné ustavení dvou a více součástí při sestavování v celek.
- Nastavení vzájemné polohy nástroj - obrobek a vedení nástroje při obrábění.

### 2.1 Rozdělení přípravků

Přípravky lze rozdělit podle několika hledisek.

#### a) Podle stupně specializace [5]:

- *Univerzální přípravky* slouží k upínání obrobků různých tvarů a druhů v určitém rozsahu velikostí. Řadí se sem hlavně sklíčidla, svěráky a speciální doplňky (speciální tvarové čelisti) rozšiřující pracovní technologický rozsah nasazení. Mohou být normalizované, nebo prodejné v katalogových listech. Univerzální přípravky jsou vhodné pro malosériovou a kusovou výrobu.
- *Skupinové přípravky* mají sloužit k upínání skupin obrobků s obdobnými technologickými a konstrukčními znaky. Tyto znaky jsou sjednoceny podle charakteru obrábění a obecných základních ploch. Skupinový přípravek je rozdělen na části stálé, seřiditelné či vyměnitelné. Mezi vyměnitelné a seřiditelné součásti patří ustavující, vodící nebo také upínací elementy přípravku. Vyměnitelné součásti se mění v souvislosti s tvarem jednotlivého dílu skupiny. Do součástí stálých lze zařadit těleso přípravku nebo upínací mechanismus a jeho silovou jednotku.
- *Stavebnicové přípravky* jsou charakterem podobné skupinovým přípravkům. Hlavní rozdíl je ve standardizaci jednotlivých dílců a montážních jednotek. Jednotlivé dílce jsou rozebíratelné a lze je použít několikanásobně v odlišných kombinacích.

- *Speciální přípravky* jsou neseřizovatelná a jednoúčelová zařízení určená k upnutí obrobku pro danou operaci. Pro stejné druhy operací bývají opatřeny přestavitelnými regulačními elementy. Používají se v hromadné a velkosériové výrobě součástí typu příruba, pouzdro či hřídel.

**b) Podle operačního určení [4, 5]:**

- *Strojní přípravky* slouží k upnutí a ustavení součásti na obráběcí stroj. Tvoří největší skupinu přípravků a to 70 až 80% z celkového počtu přípravků. Podle způsobu obrábění se dělí na frézovací, soustružnické, brusné, vyvrtávací apod.
- *Montážní přípravky* usnadňují spojování součástí a montážních jednotek a pomáhají tak k vytvoření rozebíratelného i nerozebíratelného spojení. Do této skupiny řadíme i svařovací přípravky.
- *Kontrolní přípravky* jsou používány ke kontrole tvarů a rozměrů v oblasti mezioperační a výstupní kontroly. Slouží též ke kontrole jednotlivých prvků, skupin a strojů.
- *Přípravky pro upevňování nástrojů* mají u všech druhů nástrojů velký počet normalizovaných členů. Tvoří základ pro tvorbu technologických systémů.
- *Podávací přípravky* umožňují přemísťování dílců a sestav za použití různých stupňů automatizace.
- *Rýsovací přípravky* slouží k orýsování dílů před obráběním.

**c) Podle zdroje upínací síly [4]:**

- *Přípravky s ručním upínáním.*
- *Přípravky s mechanickým upínáním* (magnetické, elektromechanické, olejové, vzduchové případně kombinace několika mechanických upínání).

**d) Podle určení [6]:**

- *Hospodárné.*
- *Nezbytně nutné.*

## **2.2 Použití přípravků**

Použití přípravků pomáhá ke zvyšování pracovní výkonnosti a k zlepšování jakosti výrobku. U některých operací jsou přípravky naprosto nezbytné a bez jejich použití by nebylo možno danou operaci uskutečnit. Správně umístěné a zkonstruované přípravky nám mnohdy umožňují vícestrojovou obsluhu [4].

Konstrukce a vlastní použití přípravku je závislé na druhu výroby (kusová, sériová, hromadná) [4].

Přípravky používané v kusové výrobě jsou většinou běžná výrobní zařízení. V některých případech jsou rozšířeny o pomůcky, které jsou nezbytně nutné pro danou operaci. Výrobky kusové výroby se zhotovují nejčastěji na univerzálních strojích a vyžadují velkou zručnost a spolehlivost obsluhy stroje. K upínání se využívají normalizované pomůcky, což vede ke zdoluhavému a ne vždy k dobrému způsobu upnutí. Přesto je tento postup hospodárný a v kusové výrobě nejekonomičtější [4].

U sériové výroby je nejekonomičtější navrhnutí vhodných speciálních přípravků. Dobrý návrh zaručuje rychlé a hlavně přesné ustavení a změření dílu. Součásti přípravku jsou konstruovány jako výměnné. Vyměnitelnost jednotlivých částí umožňuje rychlé nahrazení a možnost opětovného použití bez větších časových prodlev [4].

V hromadné výrobě je nejvýhodnější použití složitějších speciálních výrobních zařízení. Pro každou operaci, nebo několik málo operací na obrobku, se využívá jednoúčelových strojů, případně normalizovaných strojů vybavených speciálními doplňky. Je zde snaha o dosažení největších rezných výkonů při nejkratších vedlejších časech [4].

## **2.3 Konstrukční zásady při navrhování přípravků**

Hlavním parametrem pro návrh konstrukce přípravku je sériovost výroby. Pro malý počet vyráběných dílů volíme přípravky jednoduché a snažíme se dosáhnout co nejnižších výrobních nákladů. Opak je velkosériová či hromadná výroba. Zde přípravky navrhujeme do nejmenších detailů a snižujeme tak vedlejší časy spojené s upínáním a seřizováním přípravku.

### **Přípravné práce před samotnou konstrukcí [6]:**

- *Počet vyráběných kusů* potřebný pro stanovení hospodárnosti a dokonalosti přípravku. V případě tvarových a rozměrových podobností vyráběných dílů je možno sloučit tyto díly do jednoho přípravku.
- *Studium výrobní dokumentace* z pohledu technologické proveditelnosti. Řadíme zde schopnost vyrábět předepsané rozměry, jakosti obráběných ploch nebo úpravy tvarů.
- *Studium výrobních postupů* a jejich úprava pro výrobu za použití přípravku. Patří sem změna počtu operací a úkonů, velikost případně nahrazení obráběcího stroje, volba vhodných nástrojů se správnými řeznými podmínkami.

### **Vlastní konstrukční práce prováděné ve sledu [6]:**

- *Počet výrobků*, které budou na jednom přípravku umístěny a stanovení počtu operací, pro které bude přípravek určen.
- *Poloha dílu* v přípravku.
- *Stanovení ustavujících a opěrných bodů* pro správné dosednutí součásti k přípravku. Opěrné body konstruovat tak, aby na ně působily řezné síly. Upínací síly směřovat proti pevným opěrným bodům. Snaha o umístění těžiště součásti do středu opěrných bodů.
- *Zakreslení vodících prvků* sloužících k vedení nástroje. Mezi vodící prvky řadíme např. vrtací pouzdra.
- *Stanovení ploch součásti snášejíci deformace*. Na tyto plochy doléhají upínací prvky. Poloha upínacích prvků nesmí bránit nástrojům vykonávajících pracovní činnost na součásti.
- *Spojení jednotlivých částí přípravku* v celek. Jednotlivé elementy přípravku jakými mohou být upínací, opěrné či ustavující elementy se spojí v celek a vytvoří kompletní přípravek.

### **Další nezbytné konstrukční zásady [4], [6]:**

- Práce na přípravku by měla být pohodlná a jednoduchá. Těžce ovladatelné prvky musí být opatřeny převody. Při upínání a uvolňování je zakázáno použití kladiva (hrozí tím poškození přípravku).
- Tuhost přípravku musí odolávat působícím řezným a upínacím silám bez menších deformací.

- Obráběnou plochu konstruuje se co nejblíže k ploše upínací. Tím je zaručena stabilita přípravku.
- Ustavování, upínání, uvolňování a vyjímání dílu z přípravku proveditelné v co nejkratším čase.
- Odvod třísek, řezné kapaliny a čištění přípravku musí být proveditelný a snadný.
- Přípravky upevňované na vřeteno stroje musí být lehké a vyvážené. Vysoká hmotnost by způsobila vyšší moment setrvačnosti. Špatně vyvážený přípravek by měl za příčinu nepřesnost a chvění. Tyto požadavky je důležité dodržet hlavně u rychloběžných strojů.
- Ostré hrany přípravku, které by mohli přijít do styku s lidskou rukou, musí být zaobleny, případně zkoseny.
- Prostor pro vkládání dílů musí být dostatečně vzdálen od nebezpečných částí stroje a nástroje.
- Pro snazší zacházení je přípravek opatřen rukojeťmi.
- Při ruční manipulaci nesmí hmotnost přípravku přesáhnout hmotnost 15 kg.
- Nejvíce opotřebovávané díly konstruovat s vyšší tvrdostí, nebo je volit jako vyměnitelné.
- Konstrukce přípravku musí zamezit obrácené vložení dílu.
- Snaha konstruktéra o využití co nejvíce normalizovaných dílů.
- Výhodné je řešit přípravek stavebnicově.

### 3 Zásady konstrukce kontrolního přípravku

Díl měřený na kontrolním přípravku je vyráběn pro společnost Benteler. Tato společnost má své vlastní požadavky pro konstrukci a následnou výrobu přípravku. Konstrukce je proto prováděna podle směrnic společnosti Benteler [7].

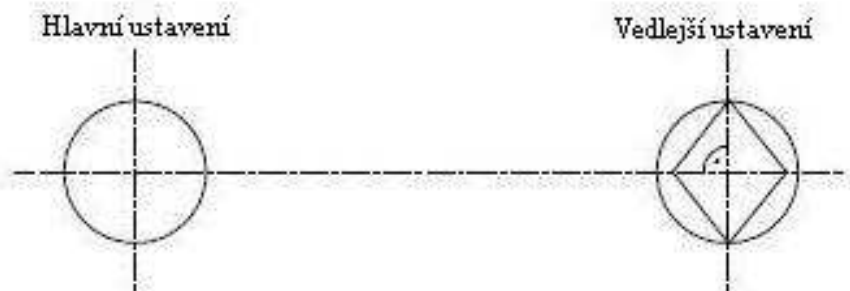
Vedoucí projektu (technolog) společně s vedoucím mezioperační kontroly určí dle výkresu lisovaného dílu důležité rozměry, které přípravek bude schopen měřit. Tyto rozměry jsou následně zahrnuty v kontrolním plánu.

#### 3.1 Všeobecné

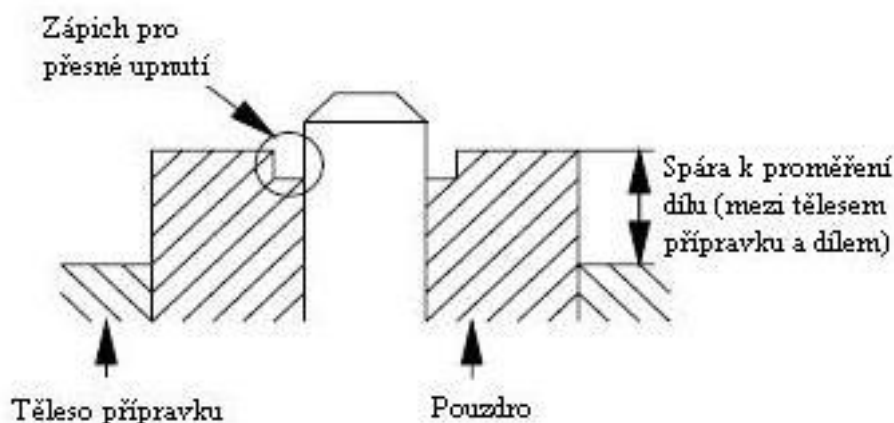
- Základním podkladem pro konstrukci kontrolního přípravku je výrobní výkres viz **příloha B** (VV dílu AU37-165131\_AJ) a 3D model dílu.
- Sestavování kontrolního přípravku je zásadně v souřadném systému. Hodnoty souřadného systému jsou převzaty z výrobního výkresu dílu viz **příloha B** (VV dílu AU37-165131\_AJ).

#### 3.2 Ustavení a vyrovnaní

- Vyrovnávání dílu je prováděno za pomoci hlavního a vedlejšího ustavení (**obr. 3.1**).
- Dorazové hroty (opěrné a ustavující) jsou kaleny.
- Velikosti hlavního a vedlejšího ustavení je závislá na velikosti děrovacích střížníků ustavovaného dílu.
- Ideální výškové vyrovnaní realizovat na třech opěrách. Upínací síly musí působit v místě opěrných bodů (**obr. 3.2**).
- U přípravků s více upínkami je potřeba dodržet jejich upínací pořadí (**příloha C**).



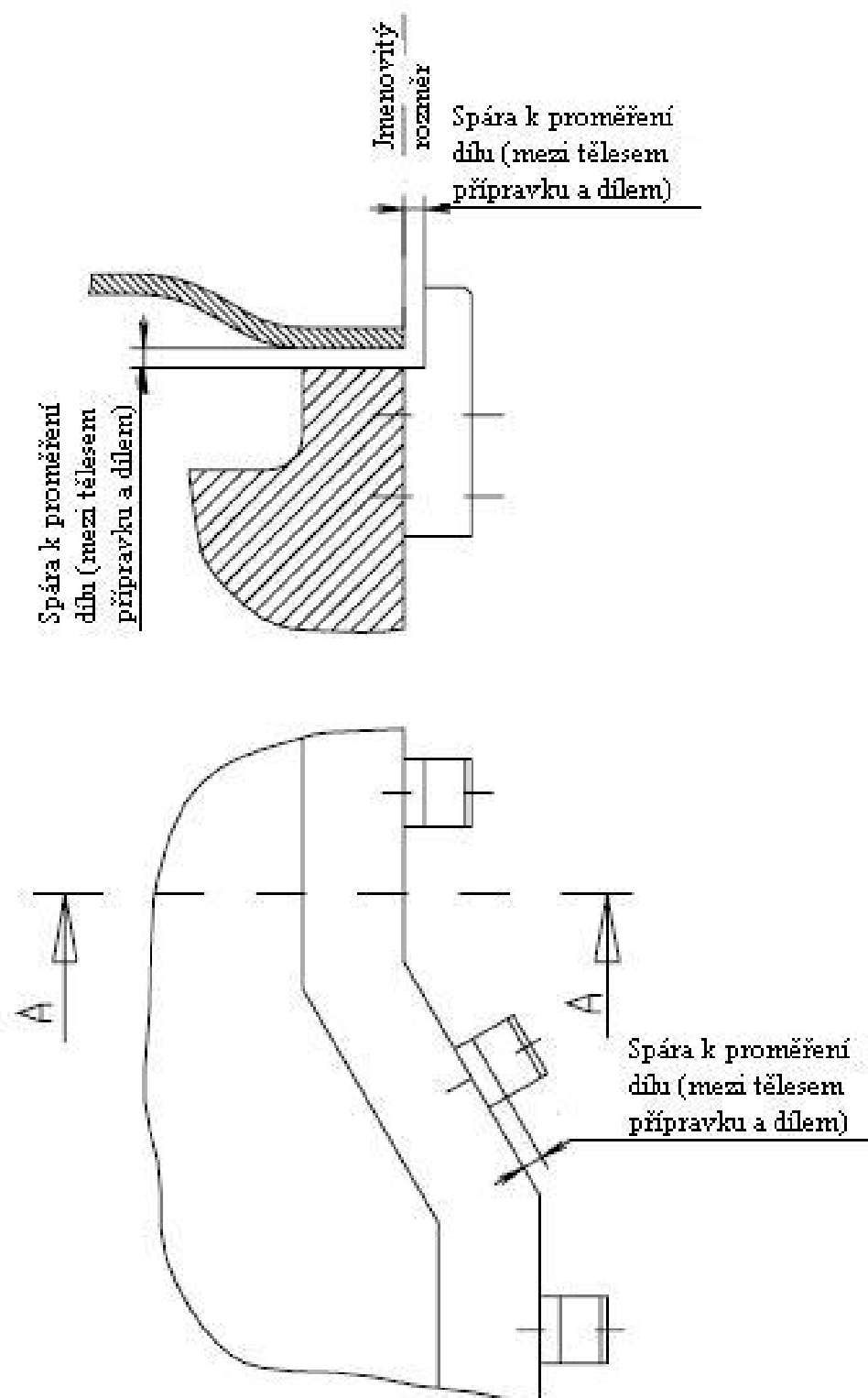
**Obr. 3.1** Vyrovnání dílu – hlavní a vedlejší ustavení [7]



**Obr. 3.2** Konstrukce opěrných bodů [7]

### 3.3 Kontrola styčných ploch (tolerance rozměrů)

- Styčné plochy (**obr. 3.3**) jsou konstruovány na maximální a minimální rozměr. Kontrola je prováděna pomocí kalených dotykových hrotů a spároměrek. Všechny kontrolní měrky musí být zajištěny polohově na přípravku a připevněny řetízkem nebo provázkem.
- Jednotlivé zkoušené styčné plochy dílu na kontrolním přípravku je nutno barevně označit s kontrolními měrkami.
- Materiál měrek je stanoven dle kritérií:
  - velikost opotřebení kontrolované oblasti,
  - délková roztažnost vzhledem ke kontrolnímu kusu,
  - možnost oprav případných korekcí.

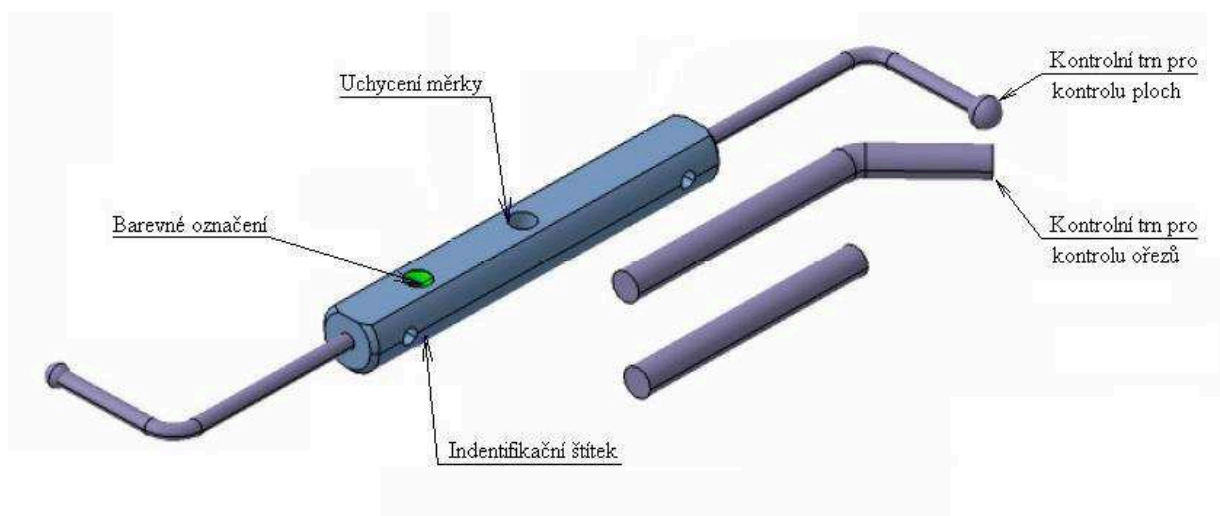


**Obr. 3.3** Konstrukce styčných ploch [7]



### 3.4 Spárové měrky (spároměrky)

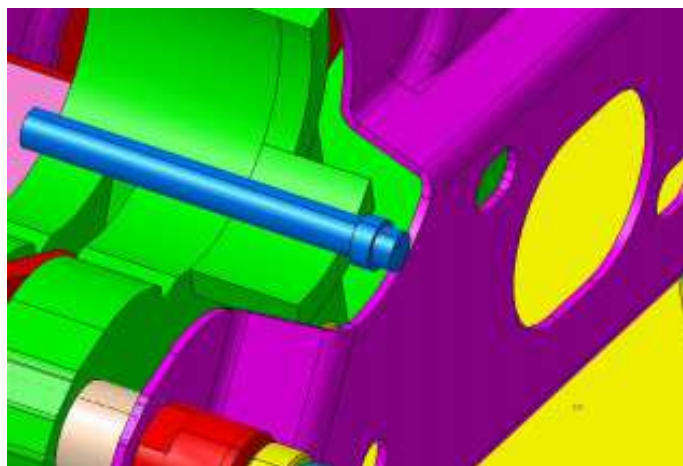
- Konstrukce spárových měrek (**obr. 3.4**) v rámci přípravku jednotná.
- Na spárové měrce trvale umístěn popis obsahující měřenou toleranci společně s velikostí spáry.
- Velikost spáry k proměření dílu (tzv. „offset“) konstruovat minimálně 1,5 mm.
- Pro snadnou orientaci při měření jednotlivých ploch dílu je důležité barevné označení spárové měrky s místem měření na kontrolním přípravku.



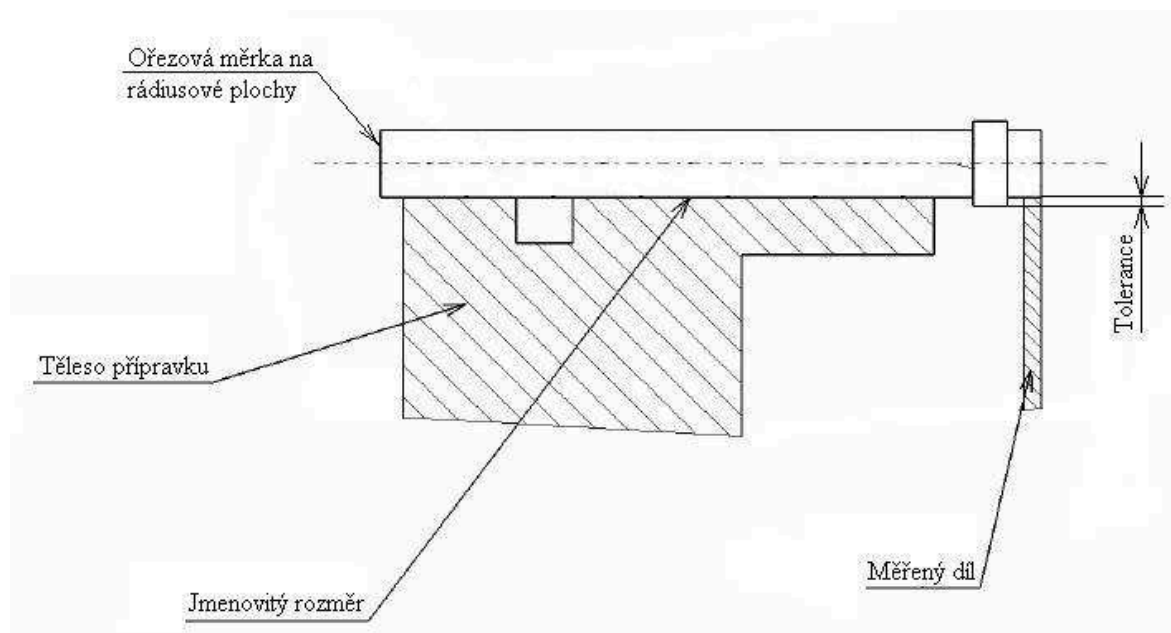
**Obr. 3.4** Spárová měrka (spároměrka) [7]

### 3.5 Kontrola ořezů

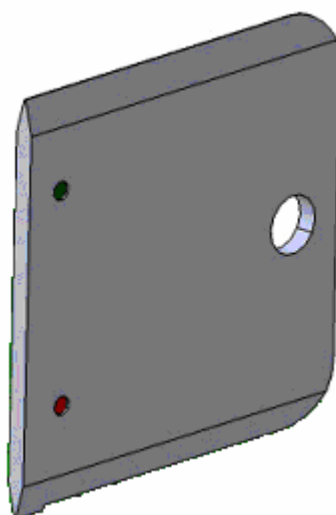
- V méně přesných případech ořezy kontrolovat vizuálně za použití viditelných hran se jmenovitými rozměry, případně hrany viditelně opatřit tolerančními poli. Přesnější tolerance kontrolovány pomocí ořezových měrek na rádiusové ořezové plochy (**obr. 3.5** a **obr. 3.6**) a na rovné ořezové plochy (**obr. 3.7** a **obr. 3.8**).
- Styčné ořezy kontrolovat ořezovými měrkami na minimální a maximální rozměr.
- Pro snadnou orientaci při měření jednotlivých ořezových hran dílu je důležité barevné označení ořezové měrky s místem měření na kontrolním přípravku.



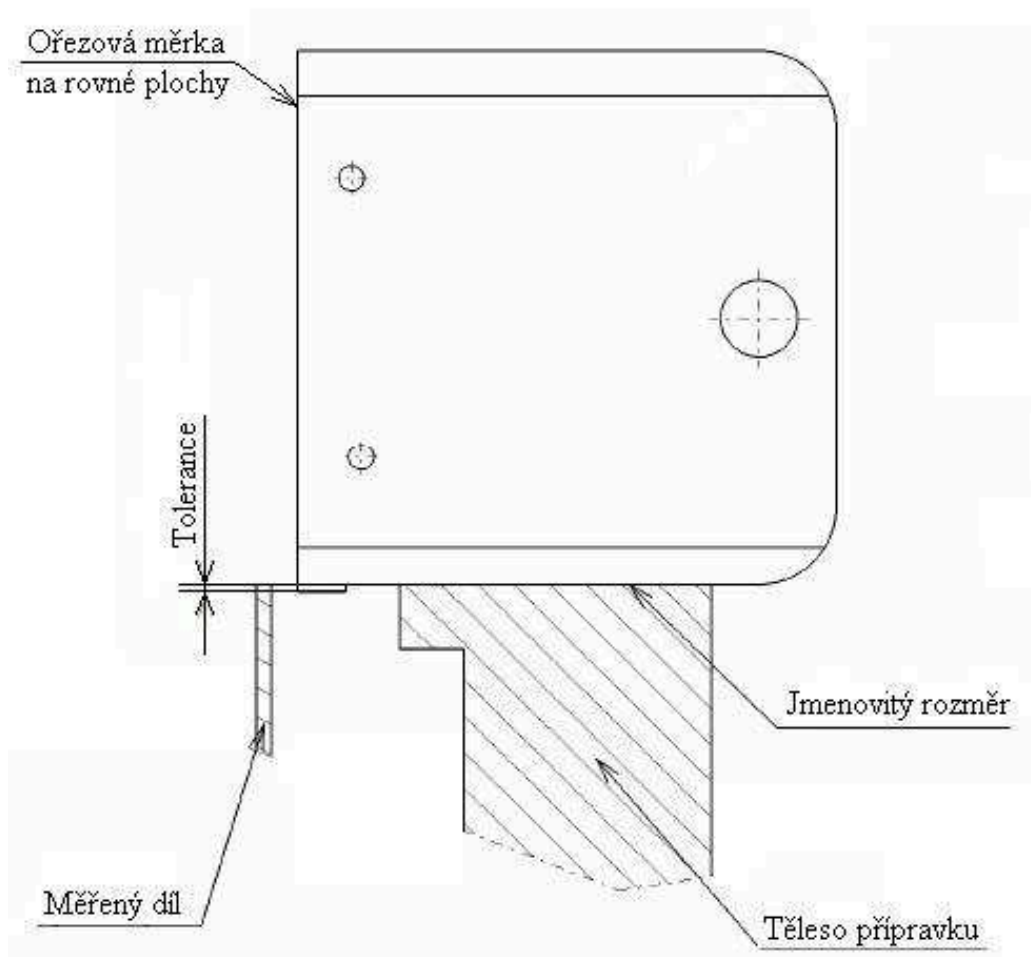
**Obr. 3.5** Ořezová měrka na rádiusové plochy – 3D [7]



**Obr. 3.6** Ořezová měrka na rádiusové plochy – 2D [7]



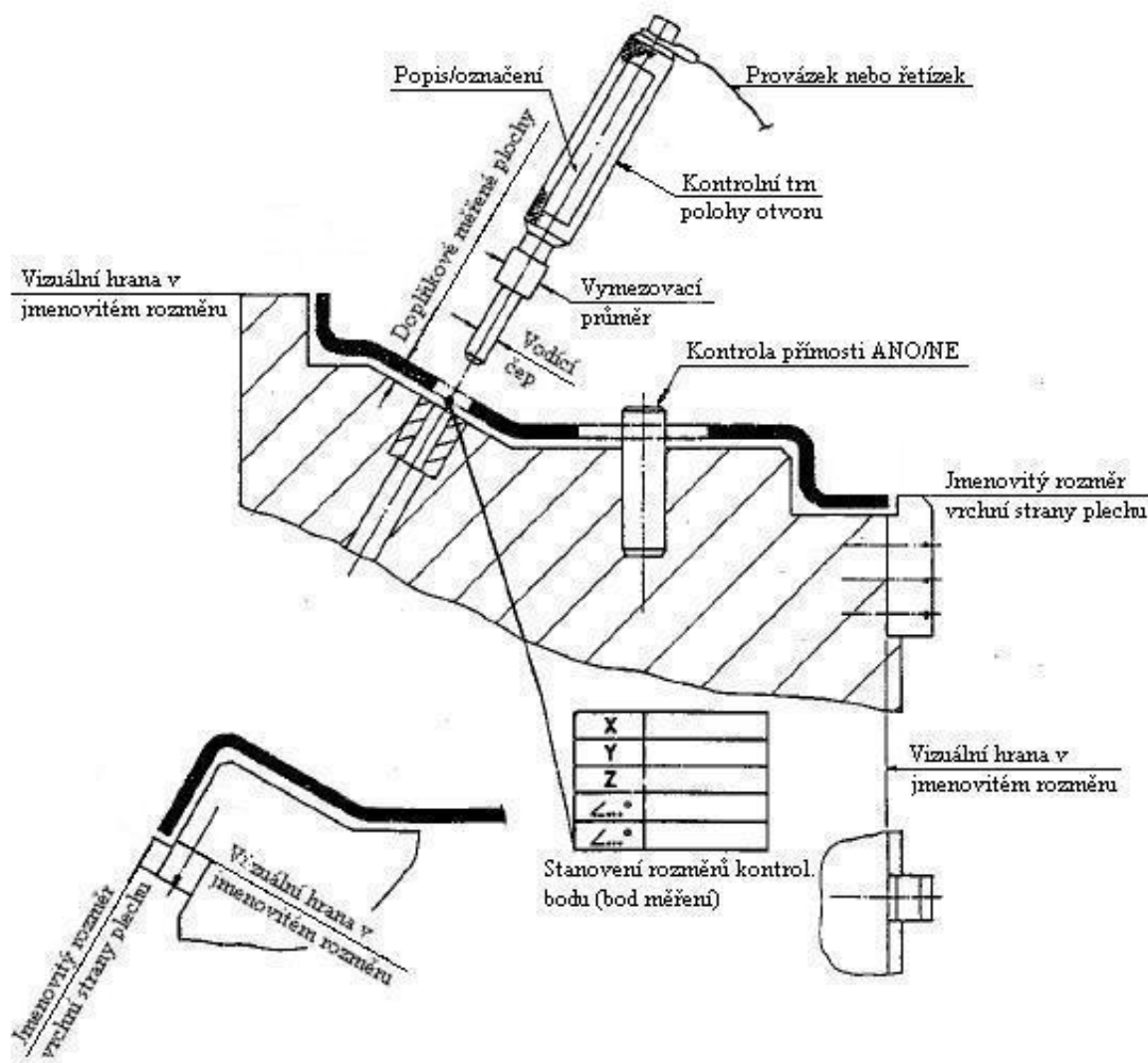
**Obr. 3.7** Ořezová měrka na rovné plochy – 3D [7]



**Obr. 3.8** Ořezová měrka na rovné plochy – 2D [7]

### 3.6 Kontrola polohy otvorů

- Kontrola polohy otvorů (**obr. 3.9**) je prováděna za použití kontrolních trnů.
- Kontrolní trny vybaveny vodícím čepem (menší průměr) a vymešovacím průměrem (**obr. 3.9**).
- Průměr vymešovacího kolíku je stanoven z dolní tolerance rozměru otvoru a odečtu tolerance polohy otvoru.
- Pouzdra a vymešovací kolíky kaleny.
- Kontrolní trny musí být zajištěny polohově na přípravku a připevněny řetízem nebo provázkem.
- Pro snadnou orientaci je důležité barevné označení vymešovacího kontrolního trnu s místem měření na kontrolním přípravku.



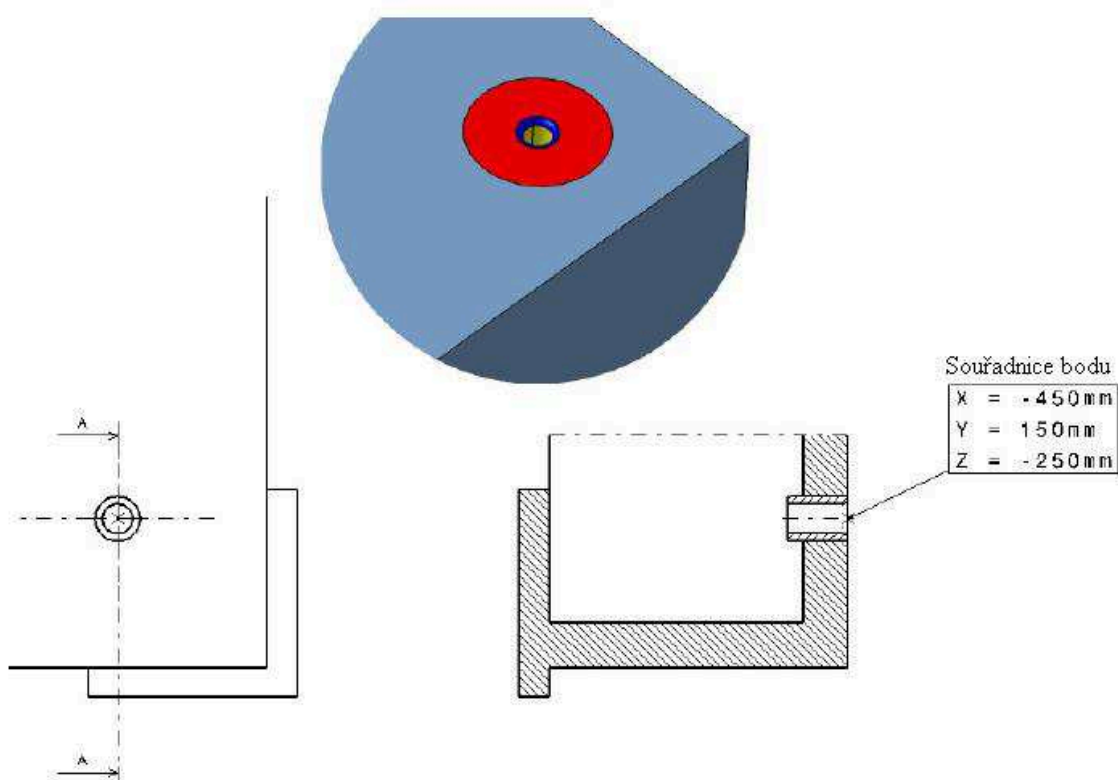
Obr. 3.9 Kontrola polohy otvorů – kontrolní trn [7]

### 3.7 Zkoušky měření

- Použití měřidel zpravidla při tolerancích menších než  $\pm 0,5$  mm.
- Využití elektronických délkových měřidel a číselníkových úchylkoměrů.
- Z důvodu přehlednosti toleranční pásma číselníkových úchylkoměrů volit tak, aby nepřesáhlo jednu otáčku.
- Na přípravku snaha o co nejmenší počet měřidel.

### 3.8 Základové desky přípravku

- Z důvodu hmotnosti volit materiál základové desky hliník (Al). Možnost použití základové desky z oceli jen při celkové hmotnosti přípravku do 10 kg.
- Rozměrné základové desky provést jako odlitek či svařenec. Svařované základové desky nutno konstruovat s dostatečnou tuhostí a s vyžítáním na odstranění vnitřního pnutí.
- Přípravky pro zrcadlové díly pokud možno konstruovat na jednu základovou desku.
- Polohu základové desky určit třemi pouzdry s vnitřním průměrem  $\varnothing 8$  H7 (**obr. 3.10**). U každého z pouzder musí být základní souřadnice (X, Y, Z) stanovující přesnou polohu pouzdra (**obr. 3.10**).
- Na základové desce počítat s prostorem (110 x 60) pro přesný a nezaměnitelný popis přípravku.
- Hmotnější přípravky (nad 15 kg) doplnit prvky umožňující transport.



**Obr. 3.10** Vyrovnávací pouzdro [7]

### 3.9 Výkresová dokumentace

- Na sestavě přípravku je možno zobrazovat pouze polohu podstatných dílů.
- Nenormalizované díly zobrazovat na samostatných výrobních výkresech. Díly kótovat kompletně a srozumitelně, případně přidat pomocné rozměry.
- Výrobní dokumentace přípravku musí obsahovat:
  - přesné číslo přípravku,
  - název a číslo dílu,
  - označení poslední změny,
  - mezní tolerance přípravku (většinou  $\pm 10\%$  tolerance dílu),
  - popis a případný odkaz na barevné seznačení měrek s přípravkem.
- Seznačení měrek s přípravkem provádět za pomoci vzorkovnice RAL.
- Jednotlivé díly přípravku spojit za použití kolíků a šroubů. Skolíkování a přišroubování provádět zdola.

## 4 Porovnání metod měření lisovaného dílu

Lisované a jinak tvarově složité díly mají velké nároky na správné a přesné změření. Společnost Klein & Blažek má jen dvě metody na měření takto složitých dílů. Jednou z metod je měření na třísouřadnicovém měřicím přístroji (M3D) Carl Zeiss – Prismo 7 a druhá metoda je za použití kontrolního přípravku.

### 4.1 Metoda měření na M3D přístroji

Třísouřadnicové měřicí přístroje se používají na kompletní proměření složitých součástí. Použitelnost těchto strojů sahá proto do mnoha průmyslových oborů. Mezi souřadnicovou měřicí techniku řadíme manuální souřadnicové měřicí stroje a plně řízenou CNC měřicí techniku. Pro manuální souřadnicové stroje je nutná přítomnost obsluhy, která měření provádí. CNC řízené stroje provádějí měření bez přítomnosti obsluhy, ale s předem vytvořeným programem [8].

Ve společnosti Klein & Blažek je využíván přístroj M3D Carl Zeiss – Prismo 7 (**obr. 4.1**). Tato měřicí technika se řadí do oblasti CNC řízených strojů, proto není nutná přítomnost obsluhy u samotného měření. Nevýhodou této technologie je pracné a zdlouhavé programování do systému a časové prostoje při měření jednotlivých dílů. Ve společnosti slouží pro měření výlisků, odlitků a jiných tvarově složitých součástí, které není možno jinou metodou měřit. Využití najde i v ověřování výrobní přesnosti přípravku a svařenců.

Technické informace o přístroji M3D Carl Zeiss – Prismo 7 jsou uvedeny v **tab. 4.1**.

**Tab. 4.1** Technické informace přístroje M3D Carl Zeiss – Prismo 7

Technická data		Parametry
Měřicí prostor	X	1 200 mm
	Y	900 mm
	Z	750 mm
Hmotnost měřené součásti		max. 500 kg
Nejistota měření		$\left(2 + \frac{L}{300}\right) \mu\text{m}$
Rychlost pojezdu v sérii		max. 300 mm . s <sup>-1</sup>

L – délka měřené součásti



**Obr. 4.1** Přístroj M3D Carl Zeiss – Prismo 7 [3]

## 4.2 Metoda za použití kontrolního přípravku

Kontrolní přípravky jsou jednoúčelová zařízení určená pro schválení (uvolnění) dílu do sériové výroby. Měření součástí je rychlé, levné, jednoduché a s minimálními náklady na obsluhu. Na přípravcích se dají měřit pouze předem stanovené rozměry a odchylky vyráběných součástí (výlisků). Kontrolovaná součást je upnuta v přípravku a za pomoci mezních kalibrů zkontrolována její správnost [9].



Nosným prvkem manuálního kontrolního přípravku je základová deska, na kterou jsou skolíkované a přišroubovány ostatní díly přípravku. Pro přesnou polohu ustavení lisovaného dílu v kontrolním přípravku slouží dosedací body a plochy, které jsou stanoveny výkresovou dokumentací dílu zákazníka a mechanické upínky sloužící pro upnutí dílu. Konstrukce kontrolního přípravku umožňuje kontrolní měření a zohledňuje stanovené tolerance výlisku. Měření je prováděno za použití dvou oboustranných spároměrek a jednoho kontrolního trnu. Všechny druhy měrek mají na přípravku i své odkládací místo.

## 5 Technicko-ekonomické zhodnocení metod měření

Společnost Klein & Blažek má jen dvě varianty, jak kontrolovat tvarově složité lisované díly (viz **kap. 4.1** a **4.2**). Metoda s využitím M3D přístroje Carl Zeiss – Prismo 7 a druhou alternativou je použití kontrolního přípravku.

Klein & Blažek podepsal smlouvu se zákazníkem, společností Benteler, na výrobu lisovaných dílů AU37-165131\_AJ. Zákazník garantuje odebírání dílců každý týden po dobu minimálně 5 let. Roční odběr  $n_R$  je stanoven na 395 000 kusů výlisků.

Lisovna musí být schopna vyrobit dávku 395 000 kusů ročně za 50 týdnů  $e$  z důvodu celozávodní dovolené (2 týdny). Je nutno tedy vyrobit 7 900 dílů týdně  $n_T$  (viz **vzorec 5.1**).

Počet vyrobených kusů týdně: 
$$\frac{n_R}{e} = n_T \quad (5.1)$$

$$\frac{395\,000}{50} = 7\,900 \text{ kusů}$$

Týdenní dávku je nejvýhodnější lisovat najednou. Zhotovování dílů je prováděno na klikovém lise KAISER V 200WR/1480, který má 24 zdvihů za minutu  $z$  (**tab. 5.1**, podrobnější informace o lisu viz **příloha E** – výrobní postup). Z postupového výkresu viz **příloha B** (VV – Nástřihový plán) je patrné, že na jeden zdvih se vylisují najednou dva díly  $z_1$ . Dávku 7 900 kusů bude proto lis vyrábět 165 minut  $t_D$  (viz **vzorec 5.2**). Při lisování je nařízena kontrola dílů na začátku každé hodiny. Protože je nástroj dvouvýpadový, je nutné provést kontrolu u šesti dílů týdně.

Doba potřebná k vylisování týdenní dávky: 
$$\frac{n_T}{z \cdot z_1} = t_D \quad (5.2)$$

$$\frac{7\,900}{24 \cdot 2} \cong 165 \text{ minut} \Rightarrow 2 \text{ hodiny } 45 \text{ minut}$$

**Tab. 5.1** Parametry klikového lisu KAISER V 200WR/1480

Počet zdvihů ( $\text{min}^{-1}$ )	Výška zdvihu(mm)
24	103
POZNÁMKA:	
1x rovnačka + podavač	

## 5.1 Metoda s využitím M3D přístroj Carl Zeiss – Prismo 7

Doba změření dílu za pomoci M3D přístroje Carl Zeiss – Prismo 7 je závislá na jeho velikosti a složitosti. Pro výlisek AU37-165131\_AJ byla stanovena doba změření jednoho dílu na  $t_l$  9 minut. Po změření dílu musíme dále připočíst s  $t_{pv}$  jednou minutou na pohledové vyhodnocení vytisknutých náměrů dílu, které provádí meziperační kontrolor nebo seřizovač lisu. Pro kontrolu šesti dílů týdně  $n_{M3D}$  bude měření probíhat jednu hodinu  $t_{M3D}$  (viz **vzorec 5.3**). Při hodinové sazbě  $c_H$  750 Kč·hod<sup>-1</sup> na M3D přístroji by společnost ročně vynaložila náklady  $c_R$  ve výši 37 500 Kč (viz **vzorce 5.4 a 5.5**). S garantovanou dobou odběru  $t_C$  5 let bude celkové proměřování dílu na M3D přístroji  $c_{M3D}$  stát společnost Klein & Blažek 187 500 Kč (viz **vzorec 5.6**). Při prodloužení doby odběru dílů se úměrně zvětší i náklady na měření.

$$\text{Týdenní čas měření na M3D:} \quad (t_l + t_{pv}) \cdot n_{M3D} = t_{M3D} \quad (5.3)$$

$$(9 + 1) \cdot 6 = 60 \text{ minut} \Rightarrow 1 \text{ hodina}$$

$$\text{Týdenní vynaložené náklady na M3D:} \quad c_H \cdot t_{M3D} = c_T \quad (5.4)$$

$$750 \cdot 1 = 750 \text{ Kč}$$

$$\text{Roční vynaložené náklady na M3D:} \quad c_T \cdot e = c_R \quad (5.5)$$

$$750 \cdot 50 = 37\,500 \text{ Kč}$$

$$\text{Celkové (5 let) vynaložené náklady na M3D:} \quad c_R \cdot t_C = c_{M3D} \quad (5.6)$$

$$37\,500 \cdot 5 = 187\,500 \text{ Kč}$$

Pro přehlednost a možnost snadného porovnání upravíme výpočty tak, abychom dosáhli cenu na proměření  $n_D$  100 dílů AU37-165131\_AJ. V případě výpočtu ceny na kontrolu jednoho dílu by výsledné číslo bylo příliš malé a špatně porovnatelné. Výpočet je proveden z dávky 395 000 kusů ročně, po dobu 5 let.

Při použití měřicí metody M3D bude proměření 100 kusů výlisků stát  $c_{DM3D}$  9,49 Kč (viz **vzorec 5.7**) za předpokladu dodržení velikosti dávky a doby odběru.

$$\text{Cena proměření 100 kusů: } \frac{c_{M3D}}{t_c \cdot n_R} \cdot n_D = c_{DM3D} \quad (5.7)$$

$$\frac{187\,500}{5 \cdot 395\,000} \cdot 100 \cong 9,494 \text{ Kč} \Rightarrow 9,49 \text{ Kč}$$

## 5.2 Metoda za použití kontrolního přípravku

Měření výlisku na kontrolním přípravku je stanoveno na 2 minuty. Díky nenáročnosti na vyhodnocení, jednoduchosti a rychlosti měření je možno, aby přímo obsluha klikového lisu KAISER V 200WR/1480 prováděla měření v rámci své pracovní náplně. Náklady spojené s měřením dílu AU37-165131\_AJ jsou tedy zanedbatelné (nulové). Jedinými náklady spojenými s měřením na kontrolním přípravku je jeho pořizovací cena a také cena spojená s kontrolou a případnými opravami přípravku.

Ve společnosti Klein & Blažek byla vedoucím konstrukce vypracována cenová nabídka na zhotovení a výrobu kontrolního přípravku na částku 75 000 Kč. Vzhledem k velkému množství nenormalizovaných dílů se dále VN a ME dohodli na navýšení této částky o 5 000 Kč na výsledných 80 000 Kč.

Po dobu používání kontrolního přípravku (5 let) je nutná pravidelná kontrola rozměrů a případně výměna opotřebovaných dílů. Stanovení těchto nákladů je téměř nemožné, proto je na ně vyčleněna částka 5 000 Kč.

Pro přehlednost a možnost snadného porovnání s předchozí metodou měření upravíme výpočty tak, abychom dostali opět náklady na proměření 100 dílů AU37-165131\_AJ. Výpočet je proveden z dávky 395 000 kusů ročně, po dobu 5 let a z celkových nákladů na kontrolní přípravek  $c_{KP}$  v hodnotě 85 000 Kč.

Při použití kontrolního přípravku bude proměření 100 kusů výlisků stát  $c_{DKP}$  4,30 Kč (viz **vzorec 5.8**) za předpokladu dodržení velikosti dávky a doby odběru.

$$\text{Cena proměření 100 kusů: } \frac{c_{KP}}{t_C \cdot n_R} \cdot n_D = c_{DKP} \quad (5.8)$$

$$\frac{85\,000}{5 \cdot 395\,000} \cdot 100 \cong 4,304 \text{ Kč} \Rightarrow 4,30 \text{ Kč}$$

### 5.3 Zhodnocení obou metod měření

Ekonomické porovnání obou metod měření je nejlépe viditelné na ceně potřebné k proměření 100 dílů AU37-165131\_AJ. Za předpokladu výroby 395 000 výlisků ročně po dobu 5 let je výroba přípravku výhodnější na 100 kusech o 5,19 Kč, což je celkově 102 500 Kč. Výpočty v případě použití M3D přístroje Carl Zeiss – Prismo 7 jsou pouze teoretické. V praxi by tento přístroj nebyl vždy volný a museli bychom na měření čekat. Tyto prodlevy by nám způsobily i nepříjemnosti spojené se zastavením klikového lisu KAISER V 200WR/1480, což by mělo za následek vysoké zvednutí výrobních nákladů.

Dalším významným faktorem při rozhodování je garantovaná doba odběru. Ve většině případů je po uplynutí prodlužována. I v tomto případě se dá předpokládat, že odběratel společnost Benteler tuto dobu prodlouží. Použijeme-li metodu měření na M3D přístroji Carl Zeiss – Prismo 7, budou se náklady na měření dále úměrně navyšovat s počtem vyráběných dílů. Zvolením druhé metody kontrolního přípravku se tyto náklady již nenavyšují.

V případě technicko-ekonomického hodnocení je konstrukce přípravku nezbytná před započítáním sériové výroby lisovaného dílu AU37-165131\_AJ.

## 6 Návrh konstrukce kontrolního přípravku

Požadavek na konstrukci a výrobu kontrolního přípravku vzniká při nezbytnosti ve výrobním procesu a u zavádění nových dílů do výroby. Vývoj nového přípravku může být i na základě požadavku zákazníka.

Po zvážení všech možností podává metrolog (ME) za pomoci žádanky (**příloha D**) požadavek, na jehož základě pracovník konstrukce navrhne a zkreslí výrobní dokumentaci přípravku. Žádanka je vložena do komplexního systému správy dokumentů (EA). Zásady pro konstrukci přípravku popisuje interní dokument PP-14/08 „Konstrukce kontrolních přípravků“ [10] nebo jsou tyto zásady stanoveny zákazníkem (viz kap. 3).

Konstruktor po zkreslení přibližné podoby přípravku zkonzultuje s ME a vedoucím nástrojárny (VN) konečnou podobu přípravku. Po následném upravení a dohotovení přípravku konstruktérem je možno přistoupit k vlastní výrobě.

VN převezme žádost k výrobě měřidla od ME na základě kontrolního plánu. Žádost je vystavena na formuláři „Interní sdělení“ spolu s termínem zhotovení. Požadavek musí být odsouhlasen VN případně je dohodnuto prodloužení termínu.

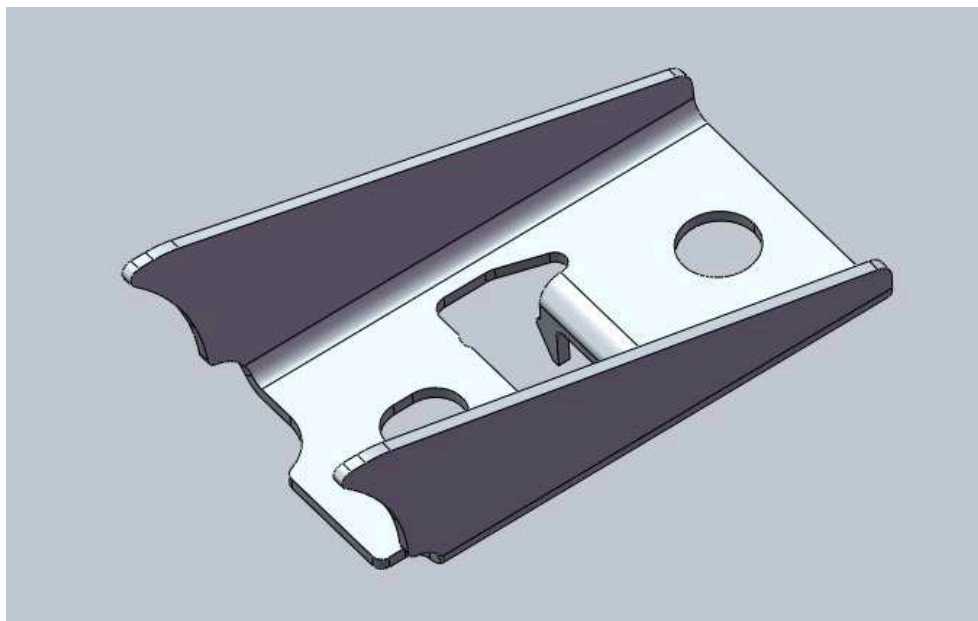
Druhou možností zhotovení přípravku je konstrukce a výroba u externí organizace. Zde požadavek na zhotovení zadává ME nebo vedoucí úseku řízení jakosti (VÚŘJ) formou objednávky.

V případě nevyhovění přípravku při ověření, ME podává reklamaci u VN. U externí výroby ME uplatňuje reklamaci u dodavatele přípravku. Součástí předání je i kompletní výkresová dokumentace a řádně označený přípravek spolu s číslem a změnovým indexem měřeného výrobku.

Před samotným umístěním přípravku do výroby ME nebo konstruktér vyhotoví návod k použití kontrolního přípravku (**příloha C**), podle kterého obsluha přípravku lisované díly kontroluje.

## 6.1 Počátek modelování přípravku ve 3D

Modelování přípravku začíná 3D modelem lisovaného dílu (**obr. 6.1**) zaslaného zákazníkem. Model projde kontrolou a případně opravou jeho 3D geometrie. V případě špatné geometrie dílu by docházelo k chybám při kreslení a ke špatnému zobrazování dílu ve 3D programu.



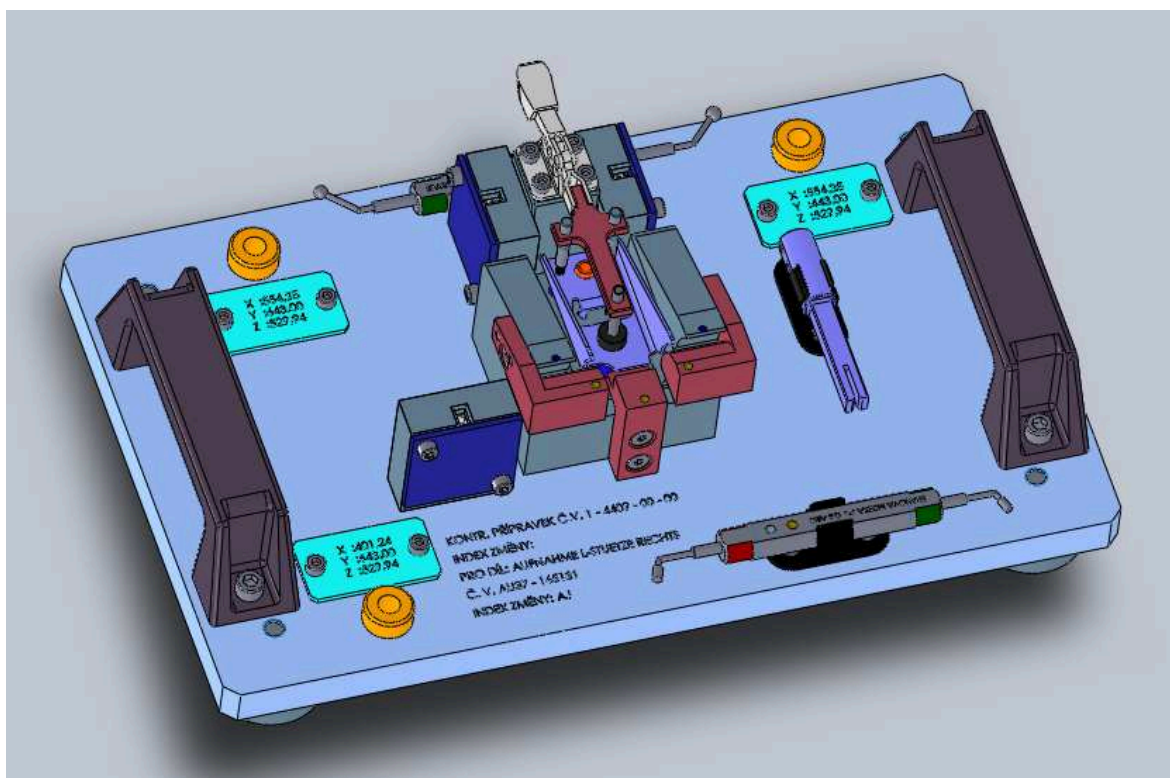
**Obr. 6.1** Model lisovaného dílu AU37-165131\_AJ

Přípravek je zhotovován na základě žádanky (**příloha D**), v které jsou vypsány všechny důležité geometrické tolerance a jejich počet (**tab. 6.1**). Zhotovený přípravek musí být schopen vyhodnotit všechny stanovené tolerance.

**Tab. 6.1** Geometrické tolerance lisovaného dílu

Popis geometrické tolerance	Velikost geometrické tolerance (mm)
3x tolerance šrafovaných ploch	$\pm 0,3$
3x jednostranná tolerance ořezu	0,6
1x tolerance ploch	$\pm 0,2$

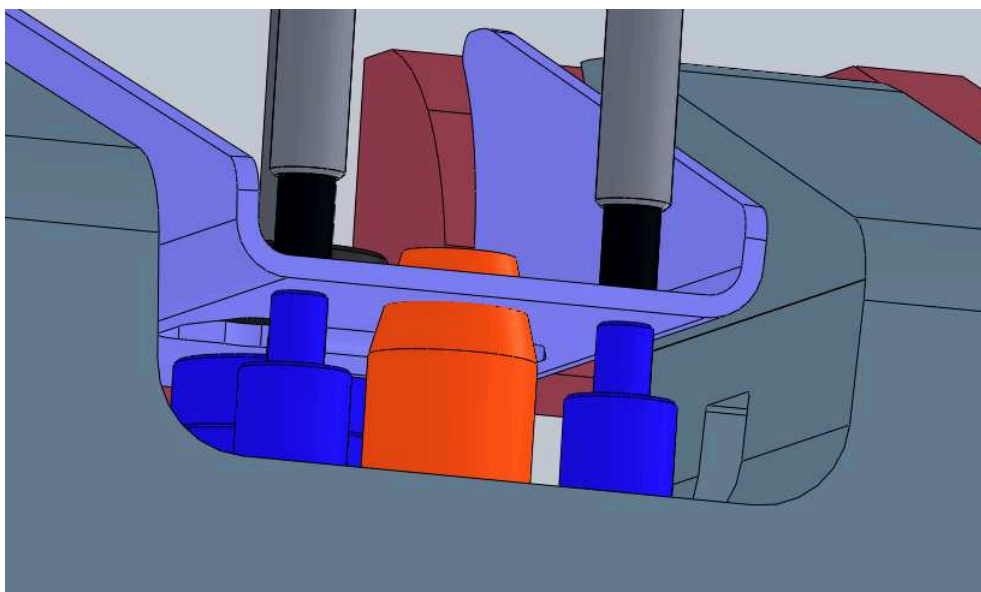
Samotná konstrukce probíhá podle zásad a požadavků zákazníka (viz kap. 3) ve 3D programu přikreslováním jednotlivých částí přípravku k modelu lisovaného dílu. Jednotlivé díly jsou následně skolíkované a sešroubovány v kontrolní přípravek (**obr. 6.2**).



**Obr. 6.2** Kontrolní přípravek

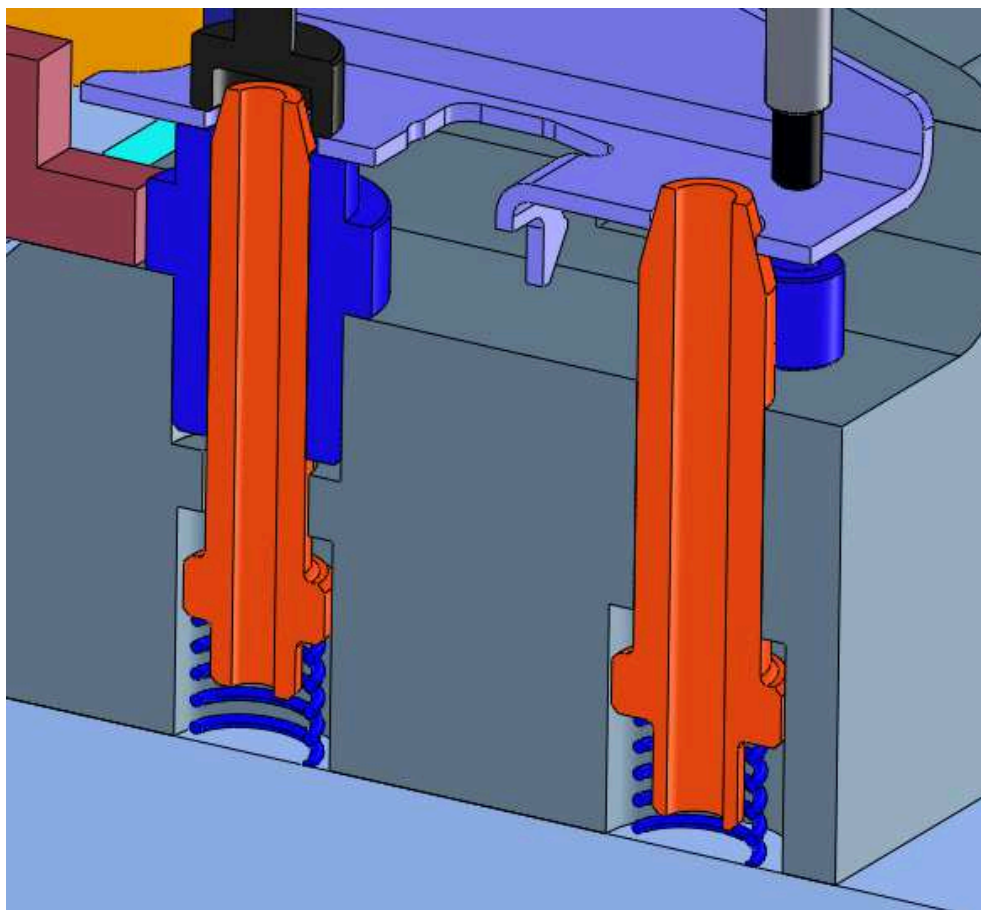
## 6.2 Ustavení a vyrovnaní lisovaného dílu

Přesnost přípravku závisí na správném ustavení a vyrovnaní lisovaného dílu. Lisovaný díl je položen na třech pevných podpěrných hrotech (**obr. 6.3** a **obr. 6.4**) a dále na dvou odpružených středících hrotech (**obr. 6.4**).



**Obr. 6.3** Pevné podpěrné hroty

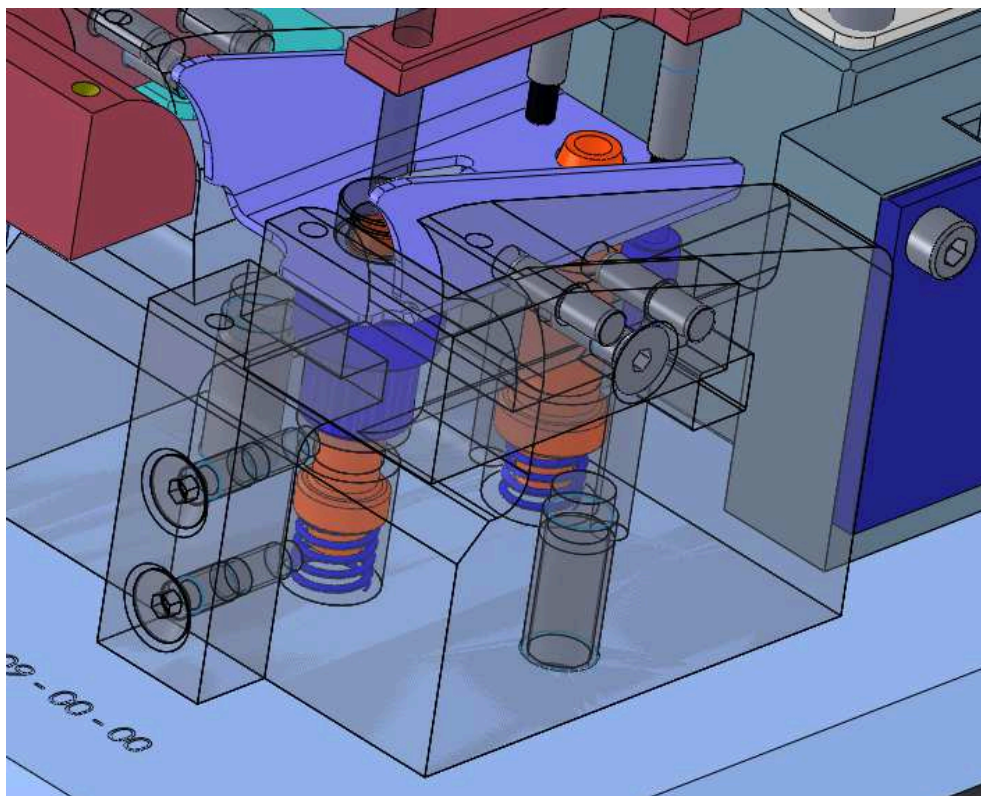




**Obr. 6.4** Odpružené středící hroty, podpěrné hroty

Pevné podpěrné hroty nám zajišťují správnou výšku ustavení lisovaného dílu. Poloha podpěrných hrotů a jejich velikost dosedu k výlisku je přesně specifikovaná na výkrese lisovaného dílu viz **příloha B** (VV dílu AU37-165131\_AJ). Podpěrná místa jsou dvě o velikosti  $\varnothing 3$  mm a jedno s rozměrem  $\varnothing 12$  mm, které je umístěno přímo na místě odpruženého hrotu.

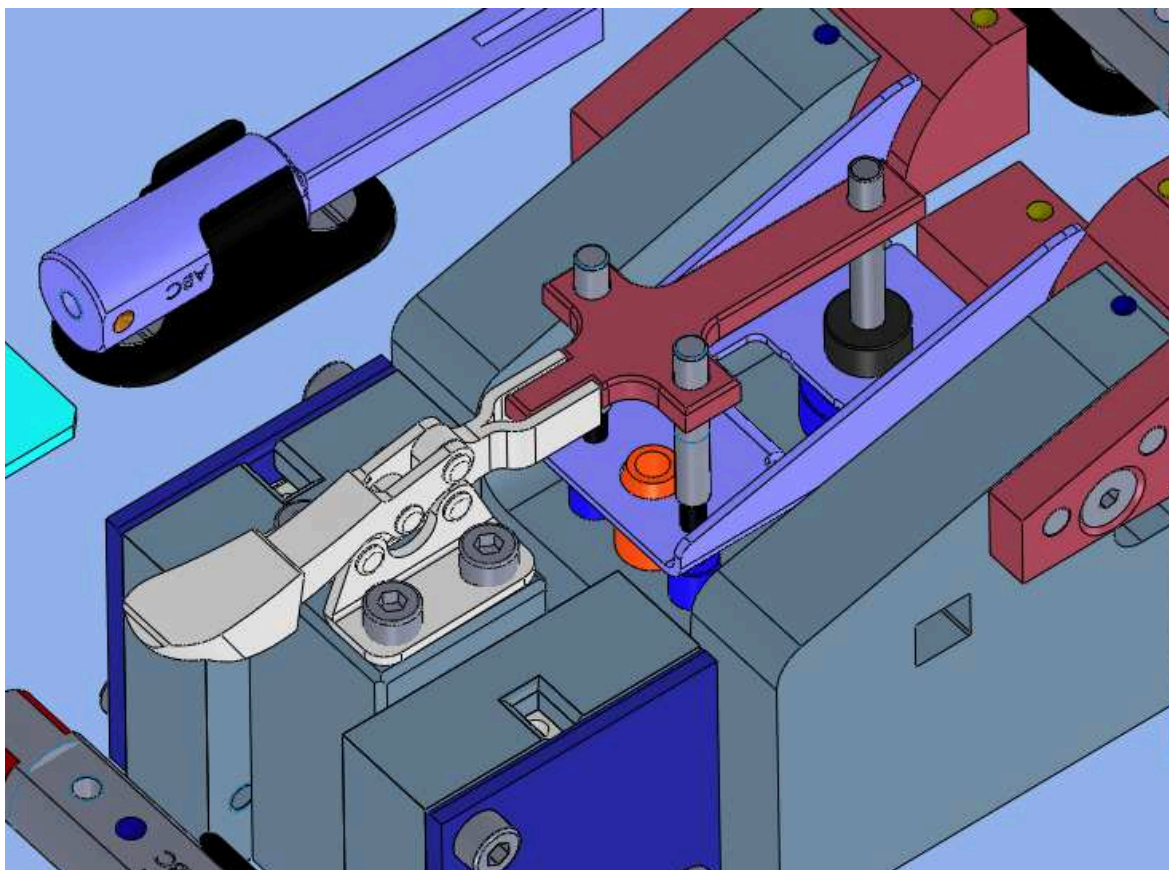
Odpružené hroty zajistí přesnou polohu a vystředění dílu. Odpružené středící hroty jsou přitlačovány k povrchu součásti za pomoci pružin (**obr. 6.5**).



**Obr. 6.5** Odpružené a pevné hroty

### 6.3 Rozbor upnutí obrobku

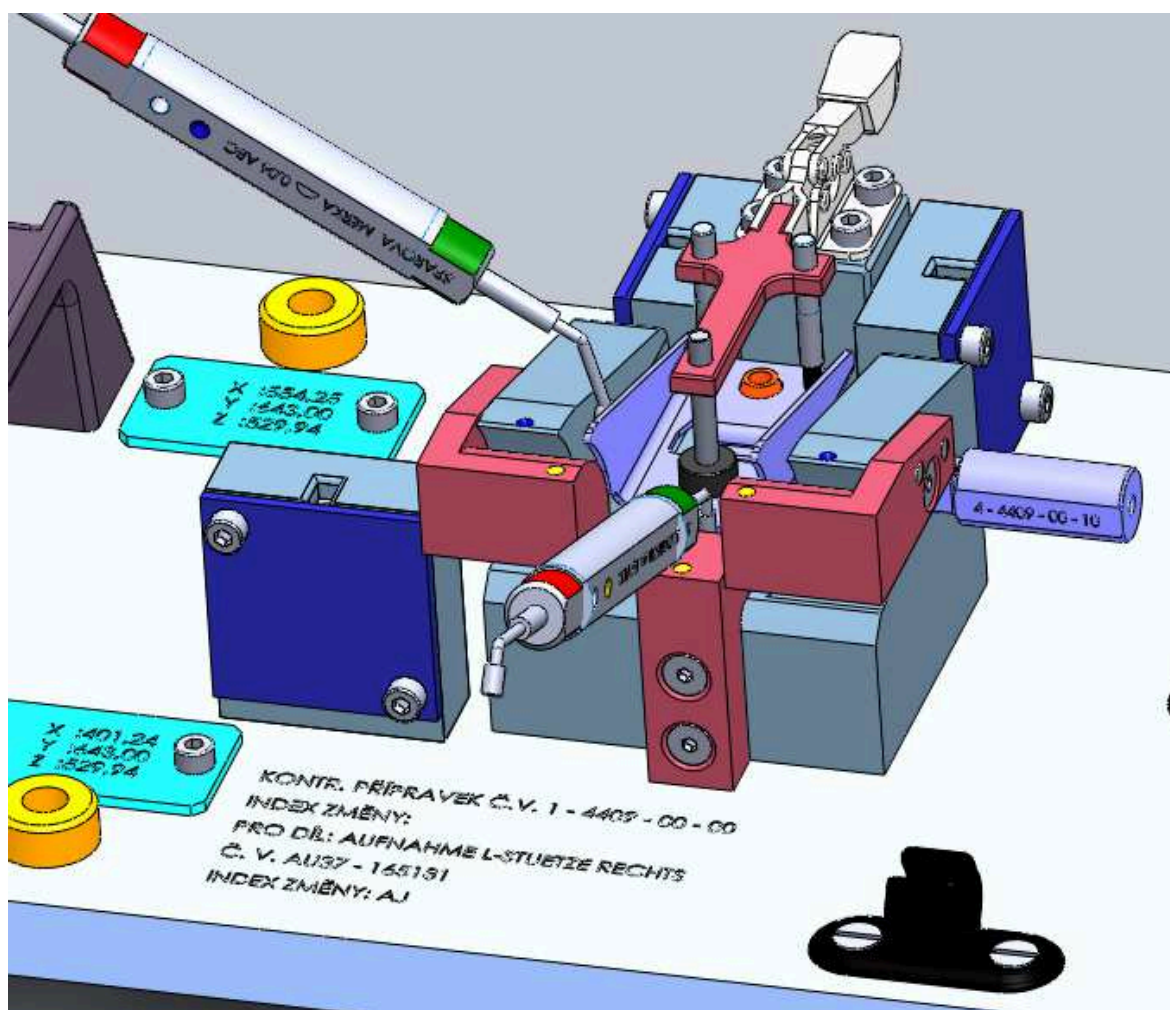
Přesnou polohu dílu zaručuje jedna mechanická upínka (**obr. 6.6**), která je rozšířena o nástavec upínače **příloha B** (VV - nástavec upínače). Na nástavec upínače jsou přišroubovány 3 upínky **příloha B** (VV - upínka). Celková velikost upínací síly na lisovaný díl je 1800 N [11]. Dvě upínky mají na spodní hraně přilepeny gumové dosedky s  $\varnothing 3$  mm a jedna s mezikružím  $\varnothing 7$  mm -  $\varnothing 12$  mm. Tyto průměry jsou přesně stanoveny na výkrese lisovaného dílu viz **příloha B** (VV dílu AU37-165131\_AJ). Gumové dosedky nám zajistí přesné dolehnutí lisovaného dílu k pevným podpěrným hrotům (**obr. 6.3**) a zafixují tak výlisek do kontrolního přípravku.



**Obr. 6.6** Mechanická upínka

## 6.4 Barevné označení přípravku

Přípravek je používán hlavně obsluhou lisu, proto měření s ním musí být co nejjednodušší a nejrychlejší. Pro obsluhu lisu je nezbytné, aby na první pohled bylo zřejmé, na jakou spáru použije kontrolní trn, případně měrku. Pro snadnou obsluhu slouží barevné označení přípravku s měrkami (**obr. 6.7**). Pracovník se poté orientuje za pomoci barev. Měrkou, označenou např. žlutou barvou, se kontrolují pouze plochy stejně barevně označené (žlutou barvou).



Obr. 6.7 Barevné označení

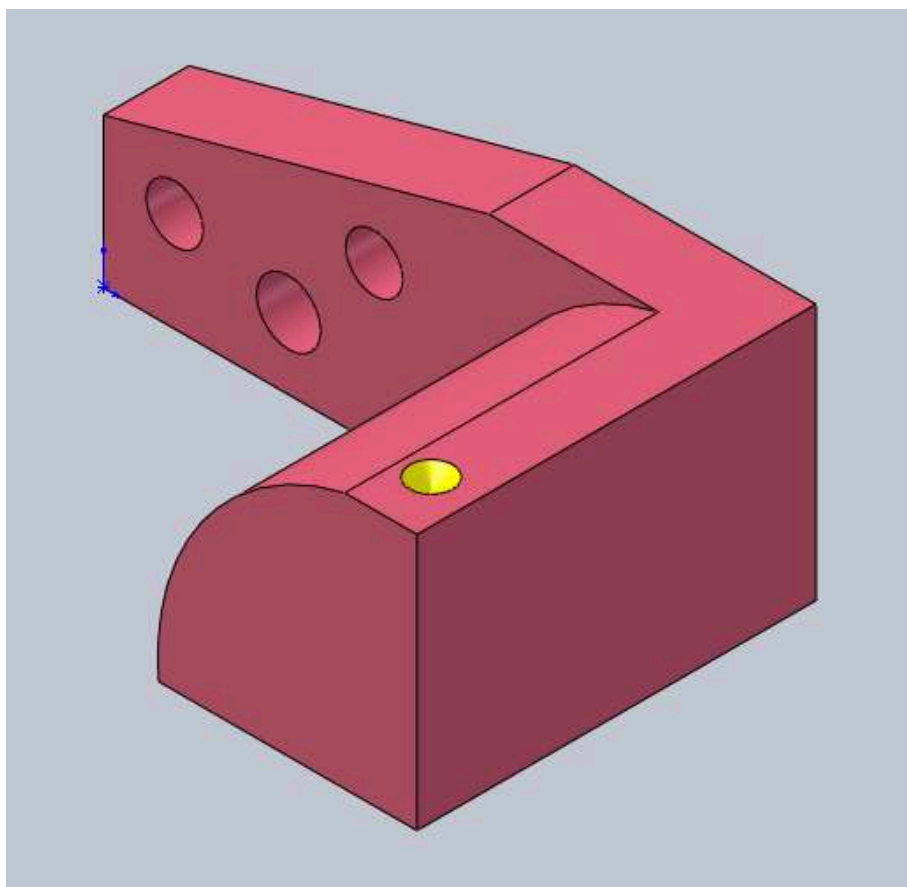
## 6.5 Rozkreslení dílů a výkresů

Po nakreslení 3D nenormalizovaných dílů jsem vše zkompletoval a vytvořil tak sestavu ve 3D (obr. 6.2). Na závěr jsem z 3D sestavy vyhotovil „návod k použití kontrolního přípravku“ (příloha C), výrobní výkres sestavy kontrolního přípravku příloha B (VV – kontrolní přípravek) a rozkreslil jednotlivé výrobní výkresy nenormalizovaných součástí kontrolního přípravku příloha B (VV – pozice 1-20). Normalizované díly jsou vybrány z katalogu dílů [11] a [12].

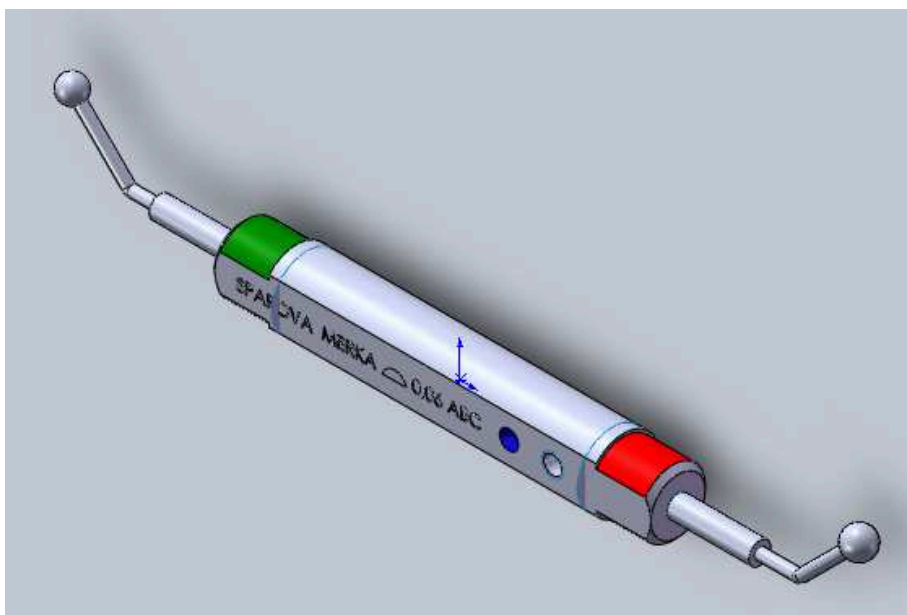
Důležité 3D součásti přípravku jsou zobrazeny na obr. 6.8 až obr. 6.11.







**Obr. 6.10** Kontrolní příložka



**Obr. 6.11** Spárová měrka

## 7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo navržení nejekonomičtější a současně technicky nejvýhodnější kontroly lisovaného dílu AU37-165131\_AJ zaslaného zákazníkem firmou Benteler. Vstupními daty byly VV výlisku a jeho 3D model.

Ve společnosti Klein & Blažek jsou dvě varianty jak kontrolovat tvarově složité dílce. První variantou je měření na M3D přístroji Carl Zeiss – Prismo 7 a druhou je zhotovení kontrolního přípravku. Pro obě možnosti bylo provedeno technicko-ekonomické zhodnocení, z kterého vyplynula varianta pro výrobu kontrolního přípravku. Rozhodujícím faktorem pro hodnocení obou metod se stala sériová výroba garantovaná zákazníkem. Byla podepsána spolupráce na 5 let s odběrem 395 000 kusů výlisků ročně. V případě použití kontrolního přípravku společnost za stanovenou dobu ušetří 102 500 Kč. Tato částka je počítána pouze teoreticky. Ve skutečnosti bychom museli přihlídnout k prodlevám spojeným s čekáním na M3D přístroj, a tím by se částka 102 500 Kč dále navyšovala. Velmi časté je i prodlužování garantované doby odběru. V případě prodloužení doby odběru by se za použití kontrolního přípravku dále navyšoval zisk pro společnost Klein & Blažek.

V další části diplomové práce je vypracován postup při navrhování kontrolního přípravku. V rámci interního EA byla ME vydána žádanka na zhotovení konstrukce kontrolního přípravku pro důležité rozměry. Vstupními daty pro vypracování konstrukce kontrolního přípravku byly k dispozici VV a 3D modelem výlisku. V poslední části diplomové práce byla vypracována kompletní výkresová dokumentace přípravku podle požadavku zákazníka a přizpůsobena standardům společnosti Klein & Blažek.

## 8 Seznam použité literatury

- [1] *MBK Consulting s.r.o.* [online]. [cit. 2012-2-23].  
URL: <<http://www.mbk.cz/iso-ts-16949-2002>>.
- [2] *SUSS Consulting s.r.o.* [online]. [cit. 2012-2-23].  
URL: <<http://www.suss.cz/iso-14-001-2004/>>.
- [3] *Klein & Blažek spol. s r.o.* [online]. [cit. 2012-1-4].  
URL: <<http://www.kleibl.cz/index.php?p=historie&site=default>>;  
URL: <<http://www.kleibl.cz/index.php?p=lisovani&site=default>>;  
URL: <<http://www.kleibl.cz/index.php?p=tep&site=default>>;  
URL: <<http://www.kleibl.cz/index.php?p=mereni&site=default>>.
- [4] CHVÁLA, Břetislav – VOTAVA, Josef. *Přípravky* Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1988. 276 s. INBS 04-240-88.
- [5] MRKVICA, Miloš. *Přípravky a obráběcí nástroje - II. díl PŘÍPRAVKY*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 1991. 184 s.
- [6] ŘASA, Jaroslav – HANĚK, Václav – KAFKA, Jindřich. *Strojírenská technologie 4, Návrhy nástrojů, přípravků a měřidel. Zásady montáže* 1. vyd. Praha: Scientia, 2003. 505 s. ISBN 80-7183-284-7.
- [7] *Podniková norma měrek a měřidel pro BENTELER*. Štůty: Klein & Blažek spol. s r.o., 1999. 13 s.
- [8] *WHP TECHNIK s.r.o., Brno, Identifikační systémy a měřicí technika* [online]. [cit. 2012-2-23].  
URL: <<http://www.whp.cz/merici-stroje-souradnicove.html>>.
- [9] *Amest s.r.o.* [online]. [cit. 2012-2-24].  
URL: <<http://www.amest.cz/produkty/kontrolni-pripravky.htm>>.
- [10] *PP-14/08 „Konstrukce kontrolních přípravků“*. Štůty: Klein & Blažek spol. s r.o., 2008. 7 s.



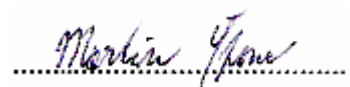
- [11] *Hoffmann Group - Tool catalogues* [online]. [cit. 2012-4-10].  
URL:<<http://www.hoffmann-group.com/int/trading-competence/tool-catalogues.html>>.
- [12] *ATORN H. Sartorius Nachf. GmbH & Co. KG - Produktgruppen* [online].  
[cit. 2012-4-10].  
URL:< <http://www.sartorius-werkzeuge.de>>.

## 9 Seznam příloh

	Počet listů:
Příloha A - Stručný seznam odběratelů a jejich produktů	5
Příloha B - Seznam VV	1
Příloha C - Návod k použití kontrolního přípravku	1
Příloha D - Žádost o zhotovení výkresové dokumentace	1
Příloha E - Výrobní postup	6

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu diplomové práce panu doc. Dr. Ing. Ivanu Mrkvicovi za jeho cenné rady. Dále bych chtěl vyslovit poděkování týmu pracovníků na útvaru konstrukce ve společnosti Klein & Blažek spol. s r.o. Štíty, kteří mi vždy vyšli vstříc, a to zejména panu Ing. Martinu Šanovcovi.



Bc. Martin Šponar